

AE=AD

Extrusion screw esp. for prodn. of high quality plastic ban

Patent number: DE19634162
Publication date: 1997-02-27
Inventor: SATOH TORU (JP); OBUCHI NAOHARU (JP)
Applicant: BRIDGESTONE CORP (JP)
Classification:
- international: B29C47/38; B29C47/62
- european: B29C47/62
Application number: DE19961034162 19960823
Priority number(s): JP19950240699 19950825

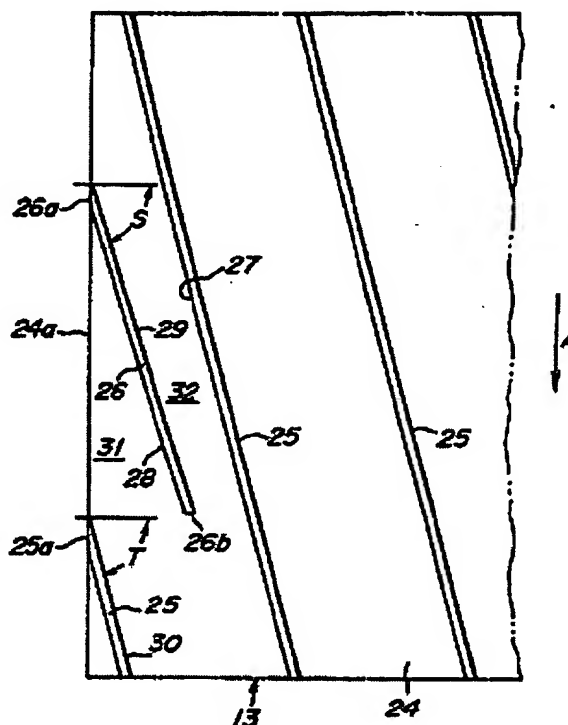
Also published as:



US5698235 (A1)
JP9057816 (A)

Abstract of DE19634162

A rotating extrusion screw (13) arranged in a cylindrical casing (12) with a downstream end section feeds an extrusion head (17) and nozzle. The plastic (K) is fed towards the end section and forced out. The screw comprises a screw shaft (24) with main screw (25) spiralling along its entire length, and making sliding contact in the cylinder at its outer edges. At the outlet end, the screw has an auxiliary screw (26) of the same dia., the screw flight having an inlet and outlet end (26a-b) spaced one half of a rotation from the main screw. The main screw groove (32) is enclosed between the main- and auxiliary screws, and the auxiliary screw groove (31) on the other side of the auxiliary screw, decreases in width towards the outlet. Also claimed is an extruder.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL
EV 511 024 426 US
MARCH 23 2005

BEST AVAILABLE COPY

Doc. # 4857/PCT
INV: F. Mueller



⑬ BUNDESREPUB
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

AE
⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 34 162 A 1

⑤ Int. Cl. 8:
B 29 C 47/38
B 29 C 47/62

⑳ Aktenzeichen: 196 34 162.0
㉑ Anmeldetag: 23. 8. 96
㉒ Offenlegungstag: 27. 2. 97

USPS EXPRESS MAIL
EV 511 024 426 US
MARCH 23 2005

DE 196 34 162 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
25.08.95 JP 7-240699

⑦① Anmelder:
Bridgestone Corp., Tokio/Tokyo, JP

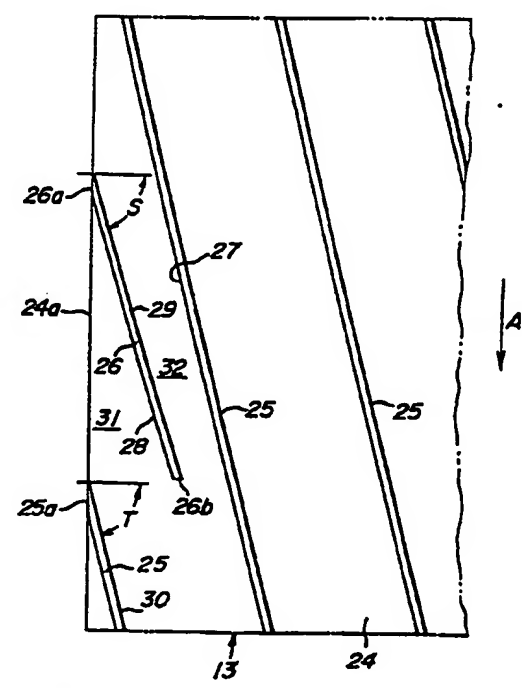
⑦④ Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Wuesthoff & Wuesthoff,
81541 München

⑦② Erfinder:
Sato, Toru, Kawaguchi, Saitama, JP; Obuchi,
Naoharu, Kodaira, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Extrusionsschnecke für einen Extruder

⑤⑦ Eine Extrusionsschnecke (13) für einen Extruder (11) enthält eine Schneckenwelle (24), die drehbar in einem Zylinderrohr (12) angeordnet ist. An der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) sind eine Hauptschraube (25) und eine Hilfsschraube (26) wendelförmig angeordnet. Die Austrittsenden (25a, 26a) dieser Schrauben (25, 26) haben einen Abstand voneinander, der einer halben Umdrehung der Schneckenwelle (24) in Umfangsrichtung (A) entspricht. Zwischen der vorderen Wandfläche (27) der Hauptschraube (25) und der hinteren Wandfläche (29) der Hilfsschraube (26) ist eine Hauptschraubennut (32) ausgeformt. Zwischen der vorderen Wandfläche (28) der Hilfsschraube (26) und der hinteren Wandfläche (30) der Hauptschraube (25) ist eine Hilfsschraubennut (31) mit einer zweiten Querschnittsfläche ausgeformt. Die Querschnittsfläche der Hilfsschraubennut (31) wird vom Eintrittsende (26b) in Richtung Austrittsende (26a) der Hilfsschraube (26) kleiner.



DE 196 34 162 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die Erfindung betrifft einen Extruder für plastisches Material, insbesondere eine Extrusionsschnecke, die in einem Zylinderrohr des Extruders angeordnet ist, um das plastische Material aus einer Extrusionsdüse am stromabwärtigen Ende des Trichters auszustoßen.

Bekanntlich enthält ein Extruder eine Extrusionsschnecke, die in einem Zylinderrohr mit einem stromabwärtigen Endabschnitt angeordnet ist, der mit einem Preßdüsenkopf und einer Preßdüse versehen ist. Die Extrusionsschnecke wird durch einen Antrieb in Rotation versetzt, so daß ein plastisches Material, das in das Zylinderrohr aufgegeben worden ist, in Richtung des stromabwärtigen Endabschnitts des Zylinderrohres gefördert wird, den Düsenkopf passiert und aus einer Öffnung in der Preßdüse ausgestoßen wird. Das aus der Düsenöffnung extrudierte plastische Material kann die Form eines Bandedementes mit einem im wesentlichen rechtwinkligen Querschnitt haben.

Eine Extrusionsschnecke umfaßt eine Schneckenwelle und eine sich an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle über deren gesamte Länge wendelförmig erstreckende Schraube. Diese hat eine radial äußere Umfangskante, die mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres in Gleitkontakt steht. Zwischen einer vorderen Wandfläche der Schraube und einer hinteren Wandfläche des nächsten Schraubenganges ist eine Wendelnut ausgeformt, in der vordere und hintere Wandflächen bezüglich der Drehrichtung der Extrusionsschnecke definiert sind und somit stromabwärts bzw. stromaufwärts liegen. Ein Problem einer solchen Extrusionsschnecke ist, daß das aus der Düsenöffnung extrudierte Bandedement an seinen Seitenrändern erhebliche Dickenschwankungen aufweist.

Es ist insbesondere bekannt, daß ein plastisches Material an der vorderen Wandfläche der Schraube einer relativ hohen Extrusionskraft ausgesetzt wird, während das plastische Material an der hinteren Wandfläche der Schraube mit einer relativ geringen Extrusionskraft belastet wird. Aufgrund dessen findet bei einer Rotation der Schraube und bei der allmählichen Annäherung der vorderen Wandfläche der Schraube an einen Seitenrand des Bandedementes ein allmählicher Anstieg von Druck und Durchflußrate des an diesen Seitenrand der Düsenöffnung, der dem Seitenrand des Bandedementes entspricht, geförderten plastischen Materials statt. In diesem Fall wird ein Bandedement extrudiert, das eine Seitenrandzone mit allmählich zunehmender Dicke aufweist. Bei weiterer Rotation der Schraube, bei der die vordere Wand den Seitenrand des Bandedementes passiert und sich allmählich von ihm wegbewegt, findet eine allmähliche Abnahme des Drucks und der Durchflußrate des zum entsprechenden Seitenrand der Düsenöffnung geförderten plastischen Materials statt. In diesem Fall hat das extrudierte Bandedement eine Seitenrandzone mit allmählich abnehmender Dicke. Da die Extrusionsschnecke ständig gedreht wird, wird die vordere Wandfläche der Schraube relativ zum Seitenrand des Bandedementes hin- und herbewegt. Das Bandedement hat deshalb einen Seitenrand, der aus einer relativ dickwandigen Seitenrandzone und einer anschließenden, relativ dünnwandigen Seitenrandzone besteht, die einander abwechselnd angeordnet sind. Die Dickenschwankung entlang des einen Seitenrandes des Bandedementes tritt gegenphasig zur Schwankung entlang des anderen Seitenrandes des Bandedementes auf.

In dem Bestreben, die unerwünschte Dickenschwan-

kung des Bandedementes entlang seiner Seitenränder zu beseitigen oder zu minimieren, ist eine Extrusionsschnecke vorgeschlagen worden, die eine Haupt- und eine Hilfsschraube enthält, die beide wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle vorgesehen sind, wobei jede eine radial äußere Umfangskante hat, die mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres in Gleitkontakt steht. Die Hauptschraube erstreckt sich im wesentlichen entlang der gesamten Länge der Schneckenwelle, während die Hilfsschraube nur in der stromabwärtigen Endzone der Schneckenwelle angeordnet ist und sich axial über einen Gang der Hauptschraube erstreckt. Die Hilfsschraube hat ein Austrittsende, das vom Austrittsende der Hauptschraube um eine halbe Umdrehung in Drehrichtung der Schneckenwelle entfernt ist. Befindet sich also die Hauptschraube nahe einem Seitenrand des Bandedementes, dann befindet sich die Hilfsschraube nahe dem anderen Rand des Bandedementes, so daß das plastische Material mit erhöhter Durchflußrate und unter höherem Druck zum anderen Seitenrand gefördert wird, die im Falle einer Schneckenwelle mit nur einer Hauptschraube verringert wären. Die Hilfsschraube sollte die Verringerung der Durchflußrate und des Drucks des zur Seitenrandzone des Bandedementes geförderten plastischen Materials mehr oder weniger ausgleichen, um die Maßhaltigkeit und Produktqualität des extrudierten Bandedementes zu verbessern.

Im Falle einer Extrusionsschnecke, deren Schneckenwelle mit einer Haupt- und einer Hilfsschraube versehen ist, stellte man jedoch fest, daß die Hilfsschraube selbst auf das durch die Hilfsschraubennut zwischen der vorderen Wandfläche der Hilfsschraube und der hinteren Wandfläche der Hauptschraube fließende plastische Material einen Widerstand ausübt, daß die Durchflußrate und der Druck des plastischen Materials in der Hilfsschraubennut nicht so hoch wie erwartet sind, und daß es nach wie vor schwierig ist, die Dickenschwankungen an den Seitenrändern des Bandedementes zu minimieren.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Extrusionsschnecke für Extruder bereitzustellen, die Dickenschwankungen an den Seitenrändern des aus der Düsenöffnung extrudierten Bandedementes wirksam unterdrückt.

Gemäß der Erfindung wird eine Extrusionsschnecke für einen Extruder bereitgestellt, die in einem Zylinderrohr mit einem stromabwärtigen Endabschnitt mit einem Düsenkopf und einer Preßdüse angeordnet ist. Die Extrusionsschnecke wird durch einen Antrieb in Rotation versetzt, um ein in das Zylinderrohr aufgegebenes plastisches Material in Richtung des stromabwärtigen Endabschnitts des Zylinderrohres zu fördern und das plastische Material aus der Preßdüse durch den Düsenkopf auszustoßen. Die Extrusionsschnecke umfaßt eine drehbar in dem Zylinderrohr angeordnete Schneckenwelle, eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle angeordnete Hauptschraube, die sich im wesentlichen über deren gesamte Länge erstreckt und mit einer radial äußeren Kante versehen ist, die mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres in Gleitkontakt steht, sowie mit einem Austrittsende. Die Extrusionsschnecke umfaßt des weiteren eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle angeordnete Hilfsschraube, die mit einer radial äußeren Kante versehen ist, welche mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres in Gleitkontakt steht, sowie mit einem Eintritts- und einem Austrittsende. Das Austrittsende der Hilfsschraube hat zum Austrittsende der

Hauptschraube einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung in Umfangsrichtung der Schneckenwelle. Zwischen der vorderen Wandfläche der Hauptschraube und der hinteren Wandfläche der Hilfsschraube ist eine Hauptschraubennut ausgeformt, die eine erste Querschnittsfläche aufweist. Zwischen der vorderen Wandfläche der Hilfsschraube und der hinteren Wandfläche der Hauptschraube ist eine Hilfsschraubennut ausgeformt, die eine zweite Querschnittsfläche aufweist, welcher vom Eintrittsende zum Austrittsende der Hilfsschraube hin kleiner wird.

Bei dem obenbeschriebenen Aufbau der erfindungsgemäßen Extrusionsschnecke nimmt die Querschnittsfläche der Hilfsschraubennut vom Eintrittsende zum Austrittsende der Hilfsschraube hin ab. Außerdem ist die Querschnittsfläche der Hilfsschraubennut am Eintrittsende der Hilfsschraube größer als die der Hauptschraubennut. Damit ist es möglich, eine höhere Durchflußrate und einen höheren Druck des in die Hilfsschraubennut verteilten plastischen Materials verglichen mit den Werten beim oben genannten, dem Stand der Technik entsprechenden, Aufbau zu erzielen. Als Ergebnis wird dann, wenn sich die Hauptschraube einem Seitenrand des extrudierten Bandedlements nähert, eine ausreichende Menge plastischen Materials zu dieser Seite gefördert, und die Hilfsschraube nähert sich dem anderen Seitenrand des Bandedlements, um zu diesem eine größere Menge plastischen Materials mit einer höheren Durchflußrate und einem höheren Druck zu fördern, um damit die unerwünschten Dickenverringerungen oder -schwankungen am Seitenrand des Bandedlements zu vermeiden oder zu minimieren und damit eine einwandfreie Maßhaltigkeit und eine verbesserte Qualität des extrudierten Produktes zu erzielen.

Vorteilhafterweise ist das Eintrittsende der Hilfsschraube in einem ersten Winkelabstand zur Hauptschraube, der in Drehrichtung der Schneckenwelle gemessen wird, und in einem zweiten Winkelabstand, der entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle gemessen wird, angeordnet, wobei der erste Winkel größer als der zweite Winkel ist. Außerdem oder alternativ kann die Hilfsschraubennut eine größere Tiefe als die Hauptschraubennut haben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen mit weiteren Einzelheiten erläutert. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt der Extrusionsschnecke für einen Extruder;

Fig. 2 den Querschnitt 2-2 in Fig. 1;

Fig. 3 den Querschnitt 3-3 in Fig. 1;

Fig. 4 die Abwicklung der in Fig. 1 dargestellten Extrusionsschnecke; und

Fig. 5 bis 7 die Querschnitte 5-5, 6-6 bzw. 7-7.

In Fig. 1 ist ein Extruder gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, der in seiner Gesamtheit mit Bezugszeichen 11 gekennzeichnet ist. Der Extruder 11 enthält ein im wesentlichen zylindrisches Rohr 12 sowie eine Extrusionsschnecke 13, die in dem Zylinderrohr 12 so angeordnet ist, daß sie von einem Antriebsmotor (nicht dargestellt) in Rotation versetzt werden kann. Das Zylinderrohr 12 hat einen stromaufwärtigen Abschnitt (rechts in Fig. 1), in dem sich ein Trichter 14 für ein plastisches Material K, wie z. B. Knetgummi oder dgl., befindet. Das plastische Material K im Trichter 14 gelangt in das Zylinderrohr 12 und wird von der Extrusionsschnecke 13 in Richtung des stromabwärtigen Abschnitts des Zylinderrohres 12 (links in Fig. 1) gepreßt, wenn sich die Extrusionsschnecke 13 in der

durch Pfeil A in Fig. 1 markierten Richtung dreht.

Ein Düsenkopf 17 ist fest am stromabwärtigen Ende des Zylinderrohres befestigt und hat einen Kanal 18, den das plastische Material K passiert. Der Kanal 18 steht mit dem Inneren des Zylinderrohres 12 in Verbindung und hat einen Querschnitt, der sich in Längsrichtung des Kanals 18 zu seinem stromabwärtigen Ende hin allmählich ändert. Der Kanal 18 hat in seiner stromaufwärtigen Endzone neben dem stromabwärtigen Ende des Zylinderrohres 12 einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt und in seiner stromabwärtigen Endzone einen abgeflachten Querschnitt mit einer größeren Breite und einer kleineren Höhe, wie in Fig. 2 dargestellt. Eine Düsenplatte 19 ist fest am Düsenkopf 17 befestigt und hat eine Öffnung 20, die mit dem Kanal 18 im Düsenkopf 17 in Verbindung steht. Die Öffnung 20 hat einen rechtwinkligen Querschnitt, der mit dem Querschnitt des plastischen Materials K übereinstimmt, wenn es aus der Öffnung 20 extrudiert wird. Wird also das plastische Material K kontinuierlich aus der Öffnung 20 extrudiert, so bildet es ein Endlos-Bandedlement B mit einem im wesentlichen rechtwinkligen Querschnitt.

Wie in Fig. 1 dargestellt, umfaßt die Extrusionsschnecke 13 eine Schneckenwelle 24 hohl- oder vollzylindrischer Form, die coaxial zum Zylinderrohr 12 angeordnet ist. Die Schneckenwelle 24 hat eine Außenumfangsfläche, auf der eine rippenartige Hauptschraube 25 ausgeformt ist, die sich wendelförmig über im wesentlichen die gesamte Länge der Schneckenwelle 24 erstreckt. Die Hauptschraube 25 hat eine radial äußere Kante, die in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres 12 steht.

Die Schneckenwelle 24 hat eine Endfläche 24a, die neben dem Düsenkopf 17 liegt. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, bei der es sich um eine Abwicklung der Extrusionsschnecke 13 handelt, hat die Hauptschraube 25 ein Austrittsende 25a, das in der Endfläche 24a der Schneckenwelle 24 liegt. Analog hat eine Hilfsschraube 26 ein Austrittsende 26a, das ebenfalls in der Endfläche 24a der Schneckenwelle 24 liegt. Das Austrittsende 26a der Hilfsschraube 26 hat vom Austrittsende 25a der Hauptschraube 25 einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung in Umfangsrichtung der Schneckenwelle 24. Das heißt, der Winkelabstand zwischen den Austrittsenden 25a, 26a der Haupt- und Hilfsschraube 25, 26 beträgt 180°.

Gemäß Fig. 4 liegt die Hilfsschraube 26 nicht parallel zur Hauptschraube 25. Bezüglich der Längsachse der Schneckenwelle 24 bildet die Hilfsschraube 24 einen Steigungswinkel S, während die Hauptschraube 25 einen größeren Steigungswinkel T bildet. Bei Blickrichtung vom Austrittsende 26a zum Eintrittsende 26b der Hilfsschraube 26 nähert sich die Hilfsschraube 26 allmählich einer vorderen Wandfläche 27 der Hauptschraube 25. Hier ist die Vorderseite der Haupt- und Hilfsschraube 25, 26 bezüglich der Drehrichtung der Extrusionsschnecke 13 definiert und markiert eine Wand der jeweiligen Schraube, die sich an der stromabwärtigen Seite des Zylinderrohres 12 befindet. In der Zone der Hilfsschraube 26, die sich an der stromaufwärtigen Seite ihres Austrittsendes 26a befindet, ist deshalb der Winkelabstand P zwischen der Hauptschraube 25 und der Hilfsschraube 26, gemessen in Drehrichtung A der Extrusionsschnecke 13, größer als der Winkelabstand Q zwischen den Schrauben 25, 26, gemessen entgegen der Drehrichtung A der Extrusionsschnecke 13. Außerdem nimmt die Differenz P-Q zwischen diesen Winkelabständen P, Q zu, wie bei Betrachtung in Rich-

tung vom Austrittsende 25a zum Eintrittsende 26b der Hilfsschraube 26 zu erkennen ist.

Zwischen der vorderen Wandfläche 28 der Hilfsschraube 26 und der hinteren Wandfläche 30 der Hauptschraube 25 ist eine Hilfsschraubennut ausgeformt. Zwischen der vorderen Wandfläche 27 der Hauptschraube 25 und der hinteren Wandfläche 29 der Hilfsschraube 26 ist eine Hauptschraubennut ausgeformt. Die Hauptschraubennut 32 hat eine Tiefe N, die an einer Stelle neben der vorderen Wandfläche 27 der Hauptschraube 25 einen Wert L annimmt. Die Tiefe N der Hauptschraubennut 32 kann in Drehrichtung A der Extrusionsschnecke 13 allmählich zunehmen, so daß sie an einer Stelle neben der hinteren Wandfläche 29 der Hilfsschraube 26 einen größeren Wert J annimmt. In diesem Fall kann die Tiefe N der Hauptschraubennut 32 als Mittelwert der Tiefenwerte L und J definiert werden. Andererseits hat die Hilfsschraubennut eine Tiefe M des Wertes J, der in jeder Winkellage der Nut 31 konstant sein kann.

Als alternative Anordnung kann die Hauptschraubennut 32 eine Tiefe N mit konstantem Wert, z. B. dem obigen Wert L, in jeder Winkellage der Nut 32 haben.

Betrieb und Funktion des Extruders gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel werden nachstehend beschrieben.

Es wird angenommen, daß die Extrusionsschnecke 13 von einem nicht dargestellten Elektromotor angetrieben wird und dadurch in der üblichen Drehrichtung A rotiert. Aufgrund dessen wird das aus dem Trichter 14 in das Zylinderrohr 12 aufgegebene plastische Material K von der Extrusionsschnecke 13 zur stromabwärtigen Seite des Rohres 12 gedrückt oder gefördert. Anschließend passiert das plastische Material K den Kanal 18 des Düsenkopfes 17, gelangt dann zur Extrusionsöffnung 20 der Düsenplatte 19 und wird daraus in Form eines Endlos-Bandelements B mit rechtwinkligem Querschnitt ausgestoßen oder extrudiert.

Wenn das plastische Material K zur stromabwärtigen Seite des Rohres 12 gefördert wird und einen Punkt nahe dem Eintrittsende 26b der Hilfsschraube 26 erreicht, wird es verteilt und dazu gebracht, in die Hauptschraubennut 32 und in die Hilfsschraubennut 31 zu fließen. Wie oben erläutert, ist der Winkelabstand P zwischen der Hauptschraube 25 und der Hilfsschraube 26 in der Drehrichtung A der Extrusionsschnecke 13 größer als der Winkelabstand Q in entgegengesetzter Richtung zwischen diesen Schrauben 25, 26. Dies bedeutet, daß die Hilfsschraubennut 31 eine größere Querschnittsfläche hat als die Hauptschraubennut 32 an der Stelle neben dem Eintrittsende 26b der Hilfsschraube 26. Deshalb wird die Durchflußrate des plastischen Materials K, das in die Hilfsschraubennut 31 geleitet wird, bezogen auf die Durchflußrate, die sich bei einer herkömmlichen Hilfsschraubennut erzielen ließe, höher. Es ist deshalb möglich, die gewünschte Dicke t des Bandelements B an seinem einen Seitenrand Ba selbst dann zu verwirklichen, wenn sich die Hauptschraube 25 in der Nähe derjenigen Seite der Düsenöffnung 20 befindet, die dem anderen Seitenrand Bb das Bandelement B entspricht. In einem solchen Fall hätte bei einer herkömmlichen Extrusionsschnecke mit nur einer Hauptschraube der Seitenrand Ba des Bandelements B eine verminderte Dicke. Dies gilt für den anderen Seitenrand Bb des Bandelements B, wenn sich die Extrusionsschnecke 13 um 180° gedreht hat. Es ist deshalb möglich, die oben erwähnte periodische Schwankung oder Verminderung der Dicke des Bandelements B an seinen

Seitenrändern Ba, Bb wirksam zu verhindern.

Da außerdem, wie oben beschrieben, das Austrittsende 26a der Hilfsschraube 26 zum Austrittsende 25a der Hauptschraube 25 einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung aufweist, wird der Abstand der Hilfsschraube 26 zur vorderen Wandfläche 27 der Hauptschraube 25 allmählich vergrößert, wie dies bei einer Blickrichtung vom Eintrittsende 26b zum Austrittsende 26a der Hilfsschraube 26 ersichtlich ist. Dies bedeutet, daß die Querschnittsfläche der Hilfsschraubennut 31 allmählich in Richtung zum Austrittsende 26a hin abnimmt. Als Ergebnis wird das durch die Hilfsschraubennut 31 fließende plastische Material K allmählich verdichtet, so daß es einen in Richtung des Austrittsendes 26a allmählich ansteigenden Druck aufweist. Es ist deshalb möglich, die gewünschte Dicke t des Bandelements B an seinen Seitenrändern Ba, Bb zu verwirklichen, die im Falle einer herkömmlichen Extrusionsschnecke mit nur einer Hauptschraube verringert würde, so daß die periodische Schwankung oder Verringerung der Dicke des Bandelements B an seinen Seitenrändern Ba, Bb wirksam verhindert wird.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist außerdem die Tiefe M der Hilfsschraubennut 31 größer als die Tiefe N der Hauptschraubennut 32, so daß die Querschnittsfläche der Hilfsschraubennut größer ist als die der Hauptschraubennut 32. Eine solche Anordnung stellt sicher, daß die Durchflußrate des durch die Hilfsschraubennut 31 fließenden plastischen Materials K im Vergleich zu der Durchflußrate, die mit einer herkömmlichen Anordnung möglich war, bei der die Querschnittsfläche der Hilfsschraubennut im wesentlichen identisch ist mit der der Hauptschraubennut, erhöht wird. Auch dies trägt dazu bei, die gewünschte Dicke t des Bandelements B an seinen Seitenrändern Ba, Bb ohne unerwünschte Schwankung oder Verringerung zu verwirklichen.

Um die funktionalen Vorteile der erfindungsgemäßen Anordnung zu bestätigen, wurden Experimente mit drei verschiedenen Muster-Extrusionsschnecken X, Y und Z durchgeführt. Das erste Muster X hat nur eine Hauptschraube auf der Schneckenwelle. Das zweite Muster Y hat eine Haupt- und eine Hilfsschraube auf der Schneckenwelle, wobei sich die Hilfsschraube über eine Länge entsprechend einem Gang der Hauptschraube unter einem Steigungswinkel S erstreckt, der identisch dem Steigungswinkel T der Hauptschraube ist, und wobei die Hilfsschraubennut eine Tiefe M hat, die identisch mit der Tiefe N der Hauptschraubennut ist. Das dritte Muster Z hat eine Haupt- und eine Hilfsschraube auf der Schneckenwelle, wobei sich die Hilfsschraube über eine Länge entsprechend einem Gang der Hauptschraube unter einem Steigungswinkel S erstreckt, der relativ zum Steigungswinkel T der Hauptschraube eine Differenz von 5° aufweist, und wobei die Hilfsschraubennut eine Tiefe M hat, die relativ zur Tiefe N der Hauptschraubennut eine mittlere Differenz von 2,5 mm aufweist. Diese Muster X, Y und Z von Extrusionsschnecken haben grundsätzlich identische technische Daten und eignen sich zum Ausformen eines Bandelements B mit einer maximalen mittleren Dicke von 30 mm und einer Breite von 680 mm. Mit diesen Muster-Extrusionsschnecken wurde ein plastisches Material zum Formen des Bandelements mit den obigen Nennmaßen aus der Düse extrudiert. Anschließend wurde jedes der extrudierten Bandelemente vermessen, um die sog. Dicken-differenz zwischen den rechten und linken Seitenrändern an einer Stelle mit der maximalen Dicke des Band-

elements B nachzuweisen. Die Dickendifferenz ist die Differenz zwischen der maximalen Dicke an einem Seitenrand des Bandes und der Dicke am gegenüberliegenden Seitenrand an derselben Stelle in Längsrichtung. Die Dickendifferenz betrug im Falle der Muster-Extrusionsschnecke X bis zu 5,5 mm, sank im Falle der Muster-Extrusionsschnecke Y auf 1,03 mm und im Falle der Muster-Extrusionsschnecke Z weiter bis auf 0,63 mm. Es wurde eindeutig nachgewiesen, daß die Erfindung die Dickenschwankung des extrudierten Bandedements wirksam minimiert.

Die Erfindung trägt dazu bei, unerwünschte Dickenschwankungen der Seitenränder eines Bandedements beim Extrudieren zu unterdrücken oder zu minimieren, um die einwandfreie Maßhaltigkeit und eine verbesserte Qualität des extrudierten Produktes zu verwirklichen.

Das dargestellte Ausführungsbeispiel weist eine Anordnung auf, bei der sich die Hilfsschraube allmählich der vorderen Wandfläche der Hauptschraube bei Blickrichtung vom Austrittsende zum Eintrittsende der Hilfsschraube nähert, so daß der Winkelabstand P zwischen dem Eintrittsende und der Hauptschraube in Drehrichtung der Schneckenwelle größer sein kann als der Winkelabstand Q, der entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle gemessen wird. Es ist jedoch auch möglich, einen Winkelabstand P zu verwirklichen, der größer ist als der Winkelabstand Q, indem der Winkelabstand zwischen den beiden Schrauben schrittweise verringert wird, wie dies bei Blickrichtung vom Austrittsende zum Eintrittsende der Hilfsschraube ersichtlich ist, oder durch Ausformen der Hilfsschraube in der Weise, daß sie eine relativ zur Hauptschraube geneigte Eintrittszone aufweist, wodurch sie sich der Hauptschraube in Richtung des Eintrittsendes der Hilfsschraube nähert, sowie eine Austrittszone, die sich parallel zur Hauptschraube erstreckt. Außerdem kann die erfindungsgemäße Extrusionsschnecke zusammen mit einem Extruder verwendet werden, der eine Extrusionsdüse mit zwei oder mehr Öffnungen enthält, so daß eine Vielzahl nebeneinanderliegender Bandedemente extrudiert wird.

Patentansprüche

1. Extrusionsschnecke (13) für einen Extruder (11), die in einem Zylinderrohr (12) mit einem stromabwärtigen Endabschnitt angeordnet ist, der mit einem Extrusionsdüsenkopf (17) und einer Extrusionsdüse versehen ist, wobei die Extrusionsschnecke (13) angetrieben und dadurch in Rotation versetzt wird, um ein in das Zylinderrohr (12) aufgegebenes plastisches Material (K) in Richtung des stromabwärtigen Endabschnitts des Zylinderrohres (12) zu drücken und das plastische Material (K) durch den Düsenkopf (17) aus der Düse auszustoßen, wobei die Extrusionsschnecke (13) folgendes umfaßt:
eine drehbar in dem Zylinderrohr (12) angeordnete Schneckenwelle (24);
eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hauptschraube (25), die sich im wesentlichen über deren gesamte Länge erstreckt und eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante hat und des weiteren ein Austrittsende (25a) aufweist;
eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hilfsschraube

(26), die eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante hat und ein Eintrittsende (26b) sowie ein Austrittsende (26a) aufweist, welches vom Austrittsende (25a) der Hauptschraube (25) einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung in Umfangsrichtung der Schneckenwelle (24) hat;
eine Hauptschraubennut (32), die zwischen einer vorderen Wandfläche der Hauptschraube (25) und einer hinteren Wandfläche der Hilfsschraube (26) mit einer ersten Querschnittsfläche ausgeformt ist; und
eine Hilfsschraubennut (31), die zwischen einer vorderen Wandfläche (28) der Hilfsschraube (26) und einer hinteren Wandfläche (29) der Hauptschraube (25) mit einer zweiten Querschnittsfläche ausgeformt ist, welche vom Eintrittsende (26b) zum Austrittsende (26a) der Hilfsschraube (26) hin kleiner wird.

2. Extrusionsschnecke nach Anspruch 1, bei der das Austrittsende (26a) der Hilfsschraube (26) von der Hauptschraube (25) einen ersten Winkelabstand (P), gemessen in Drehrichtung der Schneckenwelle (24), und einen zweiten Winkelabstand (Q), gemessen entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle (24) hat, wobei der erste Winkel (P) größer als der zweite Winkel (Q) ist.

3. Extrusionsschnecke nach Anspruch 1, bei der die Hauptschraubennut (32) eine erste Tiefe (N) und die Hilfsschraubennut (31) eine zweite Tiefe (M) hat, die größer als die erste Tiefe (N) ist.

4. Extrusionsschnecke nach Anspruch 1, bei der das Eintrittsende (26b) der Hilfsschraube (26) einen ersten Winkelabstand (P), gemessen in der normalen Drehrichtung der Schneckenwelle (24), und einen zweiten Winkelabstand (Q), gemessen entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle (24), von der Hauptschraube (25) hat, und bei der die Hauptschraubennut (32) eine erste Tiefe (N) und die Hilfsschraubennut (31) eine zweite Tiefe (M) hat, die größer als die erste Tiefe (N) ist.

5. Extrusionsschnecke für einen Extruder, die in einem Zylinderrohr (12) mit einem stromabwärtigen Endabschnitt angeordnet ist, der mit einem Extrusionsdüsenkopf (17) und einer Extrusionsdüse versehen ist, wobei die Extrusionsschnecke (13) angetrieben und dadurch in Rotation versetzt wird, um ein in das Zylinderrohr (12) aufgegebenes plastisches Material (K) in Richtung des stromabwärtigen Endabschnitts des Zylinderrohres (12) zu drücken und das plastische Material (K) durch den Düsenkopf (17) aus der Düse auszustoßen, wobei die Extrusionsschnecke (13) folgendes umfaßt:
eine drehbar in dem Zylinderrohr (12) angeordnete Schneckenwelle (24);

eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hauptschraube (25), die sich im wesentlichen über deren gesamte Länge erstreckt und eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante hat und des weiteren ein Austrittsende (25a) aufweist;
eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hilfsschraube (26), die eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante und ein Austrittsende (26a) aufweist, das vom Austrittsende (25a) der Hauptschraube

(25) einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung in Umfangsrichtung der Schneckenwelle (24) hat;

wobei die Hilfsschraube (26) des weiteren ein Eintrittsende (26b) hat, das von der Hauptschraube (25) einen ersten Winkelabstand (P), gemessen in Drehrichtung der Schneckenwelle (24) und einen zweiten Winkelabstand (Q), gemessen entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle (24) hat, wobei der erste Winkel (P) größer als der zweite Winkel (Q) ist.

6. Extrusionsschnecke für einen Extruder nach Anspruch 5, bei der eine Hauptschraubennut (32) zwischen einer vorderen Wandfläche (27) der Hauptschraube (25) und einer hinteren Wandfläche (30) der Hilfsschraube (26) mit einer ersten Tiefe (N) und eine Hilfsschraubennut (31) zwischen einer vorderen Wandfläche (28) der Hilfsschraube (26) und einer hinteren Wandfläche (30) der Hauptschraube (25) mit einer zweiten Tiefe (M) ausgeformt ist, wobei die zweite Tiefe (M) größer als die erste Tiefe (N) ist.

7. Extrusionsschnecke für einen Extruder, die in einem Zylinderrohr (12) mit einem stromabwärtigen Endabschnitt angeordnet ist, der mit einem Extrusionsdüsenkopf (17) und einer Extrusionsdüse versehen ist, wobei die Extrusionsschnecke (13) angetrieben und dadurch in Rotation versetzt wird, um ein in das Zylinderrohr (12) aufgegebenes plastisches Material (K) in Richtung des stromabwärtigen Endabschnitts des Zylinderrohres (12) zu drücken und das plastische Material (K) durch den Düsenkopf (17) aus der Düse auszustoßen, wobei die Extrusionsschnecke (13) folgendes umfaßt:

eine drehbar in dem Zylinderrohr (12) angeordnete Schneckenwelle (24);

eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hauptschraube (25), die sich im wesentlichen über deren gesamte Länge erstreckt und eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante und des weiteren ein Austrittsende (25a) aufweist;

eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hilfsschraube (26), die eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante hat und ein Austrittsende (26a) aufweist, das vom Austrittsende (25a) der Hauptschraube (25) einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung in Umfangsrichtung der Schneckenwelle (24) hat;

eine Hauptschraubennut (32), die zwischen einer vorderen Wandfläche (27) der Hauptschraube (25) und einer hinteren Wandfläche (29) der Hilfsschraube (26) mit einer ersten Tiefe (N) ausgeformt ist; und

eine Hilfsschraubennut (31), die zwischen einer vorderen Wandfläche (28) der Hilfsschraube (26) und einer hinteren Wandfläche (30) der Hauptschraube (25) mit einer zweiten Tiefe (M) ausgeformt ist, wobei die zweite Tiefe (M) größer als die erste Tiefe (N) ist.

8. Extrusionsschnecke nach Anspruch 7, wobei die Hilfsschraube (26) des weiteren ein Eintrittsende (26b) hat, das von der Hauptschraube (25) einen ersten Winkelabstand (P), gemessen in Drehrichtung der Schneckenwelle (24), und einen zweiten

Winkelabstand (Q), gemessen entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle (24) hat, wobei der erste Winkel (P) größer als der zweite Winkel (Q) ist.

9. Extruder mit:

einem Zylinderrohr (12) mit einem stromabwärtigen Endabschnitt, der mit einem Extrusionsdüsenkopf (17) und einer Extrusionsdüse (20) versehen ist, und

einer Extrusionsschnecke (24), die in dem Zylinderrohr (12) angeordnet ist und so angetrieben wird, daß sie in Rotation versetzt wird, um ein in das Zylinderrohr (12) aufgegebenes plastisches Material (K) in Richtung des stromabwärtigen Endabschnitts des Zylinderrohres (12) zu drücken und das plastische Material (K) durch den Düsenkopf (17) aus der Düse (20) auszustoßen, wobei die Extrusionsschnecke (13) folgendes umfaßt:

(I) eine drehbar in dem Zylinderrohr (12) angeordnete Schneckenwelle (24);

(II) eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hauptschraube (25), die sich im wesentlichen über deren gesamte Länge erstreckt und eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante und des weiteren ein Austrittsende (25a) aufweist;

(III) eine wendelförmig an der Außenumfangsfläche der Schneckenwelle (24) angeordnete Hilfsschraube (26), die eine in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche des Zylinderrohres (12) stehende radial äußere Kante hat und des weiteren ein Eintrittsende (26b) und ein Austrittsende (26a) aufweist, wobei das Austrittsende (26a) der Hilfsschraube (26) vom Austrittsende (25a) der Hauptschraube (25) einen Abstand entsprechend einer halben Umdrehung in Umfangsrichtung der Schneckenwelle (24) hat;

(IV) eine Hauptschraubennut (32), die zwischen einer vorderen Wandfläche (27) der Hauptschraube (25) und einer hinteren Wandfläche (29) der Hilfsschraube (26) mit einer ersten Querschnittsfläche ausgeformt ist; und

(V) eine Hilfsschraubennut (31), die zwischen einer vorderen Wandfläche (28) der Hilfsschraube (26) und einer hinteren Wandfläche (30) der Hauptschraube (25) mit einer zweiten Querschnittsfläche ausgeformt ist, wobei die zweite Querschnittsfläche vom Eintrittsende (26b) zum Austrittsende (26a) der Hilfsschraube (26) hin kleiner wird.

10. Extruder nach Anspruch 9, bei dem das Eintrittsende (26b) der Hilfsschraube (26) von der Hauptschraube (25) einen ersten Winkelabstand (P), gemessen in Drehrichtung der Schneckenwelle (24) und einen zweiten Winkelabstand (Q), gemessen entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle (24) hat, wobei der erste Winkel (P) größer als der zweite Winkel (Q) ist.

11. Extruder nach Anspruch 9, bei dem die Hauptschraubennut (32) eine erste Tiefe (N) und die Hilfsschraubennut (31) eine zweite Tiefe (M) hat, die größer als die erste Tiefe (N) ist.

12. Extruder nach Anspruch 9, bei dem das Eintrittsende (26b) der Hilfsschraube (26) von der Hauptschraube (25) einen ersten Winkelabstand

(P), gemessen in Drehrichtung der Schneckenwelle (24), und einen zweiten Winkelabstand (Q), gemessen entgegen der Drehrichtung der Schneckenwelle (24) hat, wobei der erste Winkel (P) größer als der zweite Winkel (Q) ist, und bei dem die Hauptschraubennut (32) eine erste Tiefe (N) und die Hilfschraubennut (31) eine zweite Tiefe (M) hat, die größer als die erste Tiefe (N) ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

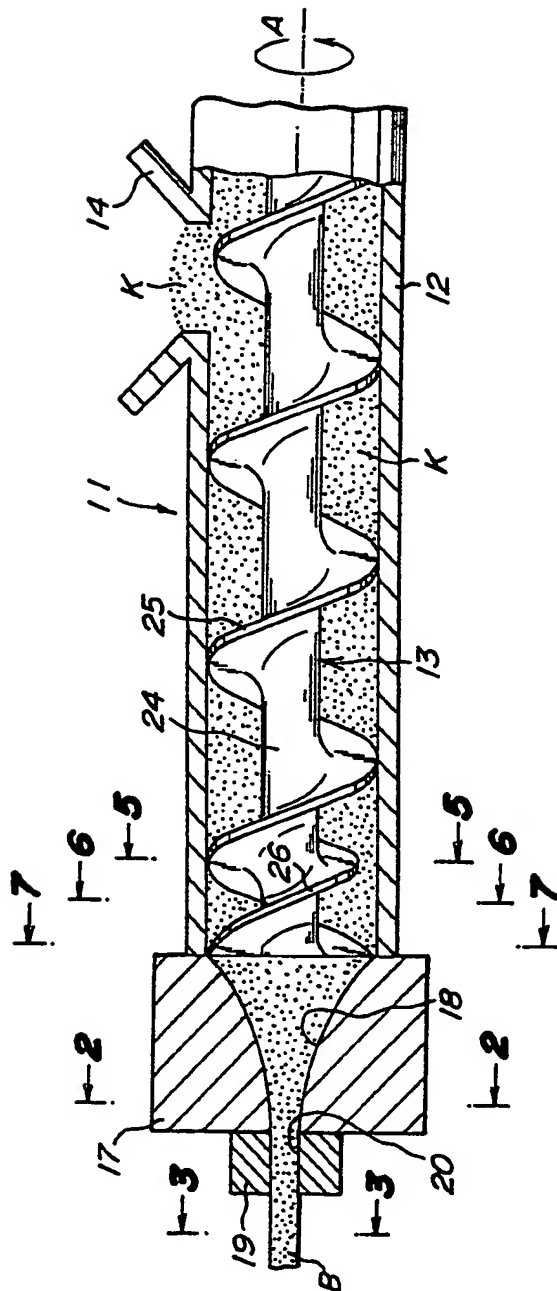


FIG. 2

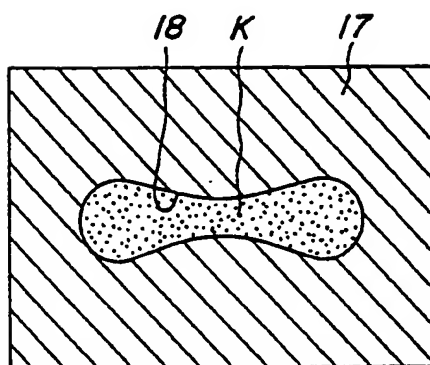


FIG. 3

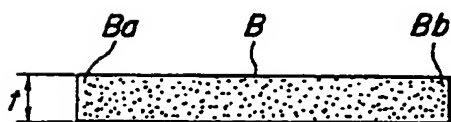


FIG. 4

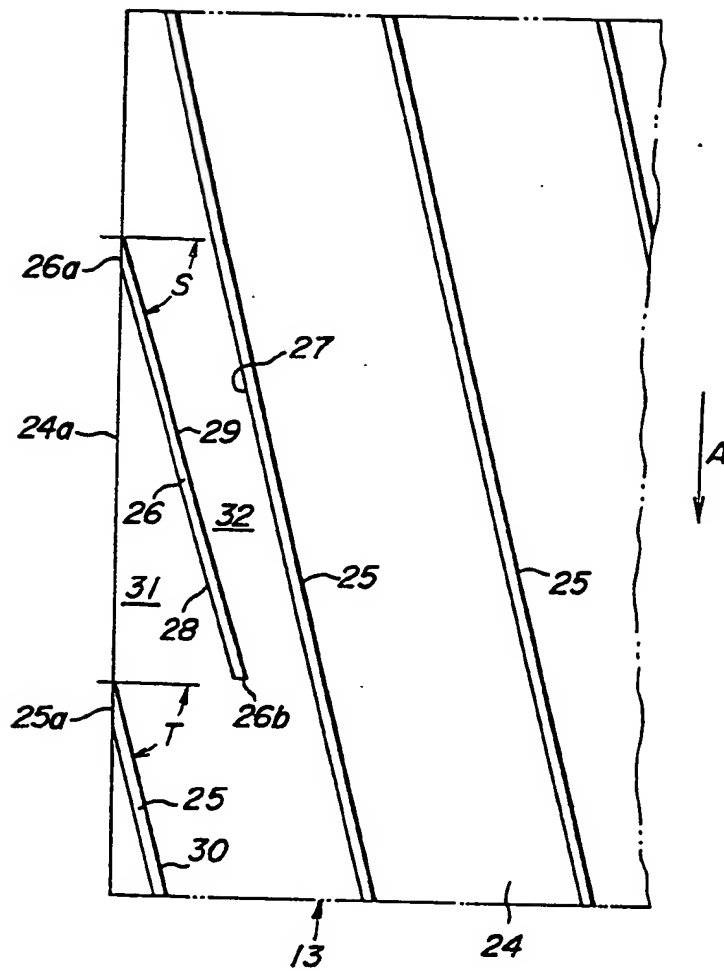


FIG. 5

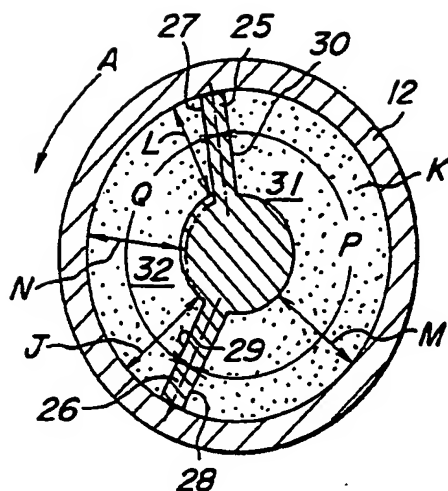


FIG. 6

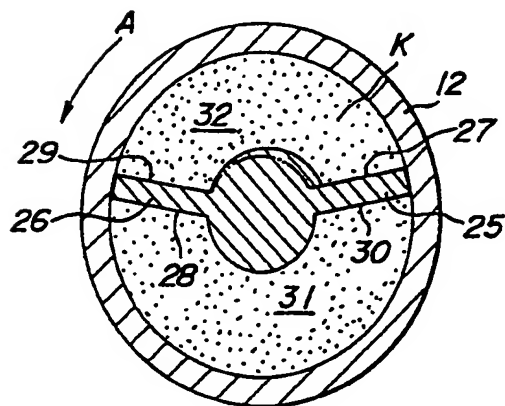
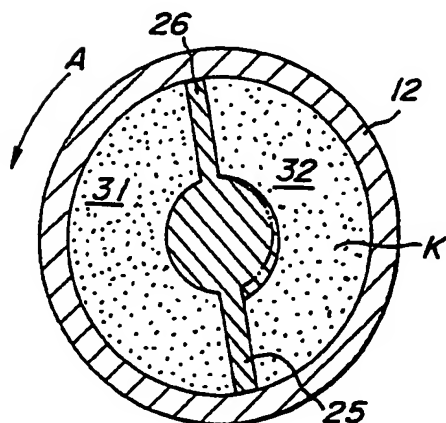


FIG. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.